

KIINTEISTÖJEN ENERGIAMITTAUSTEN TARKASTAMISEN KÄYTÄNNÖT

Vierimaa Heikki

Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Sähkötekniikka
Insinööri (AMK)

2016

Tekniikan ja liikenteen ala
Sähkötekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Heikki Vierimaa	Vuosi	2016
Ohjaaja	Ins. (AMK) Marko Kukkola		
Toimeksiantaja	VMH Kalibro Oy		
Työn nimi	Kiinteistöjen energiamittausten tarkastamisen käytännöt		
Sivu- ja liitesivumäärä	32 + 5		

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää käytössä olevia menetelmiä ja toimintatapoja kiinteistöjen energiamittareiden tarkastamisesta. Aihe on ajankohtainen, koska työ- ja elinkeinoministeriö on käynnistänyt hankkeen, jonka tavoitteena on laatia mittauslaitelakia koskeva asetus, joka määrittää kulutusmittalaitteiden käytönaikaisen varmentamisen vaatimuksen. Toimeksiantaja halusi päivitetyn katsauksen alalla vallitsevista tarkastuskäytännöistä.

Selvitystyössä keskityttiin sähköenergiamittareihin, joita verrattiin käytännön työssä lämpöenergiamittareihin. Työn aikana haastateltiin alalla toimivien yritysten edustajia. Haastatteluissa pyrittiin selvittämään mittareiden tarkastettavuutta, tarkastusmenetelmiä, tarkastuskäytäntöjä ja näiden haasteita. Tekstissä otettiin lyhyt esimerkki Ruotsissa vallitsevista tarkastusmääräyksistä ja vaatimuksista sähkömittareiden varmentamisesta. Tämän seurauksena asetuksen puute Suomessa saa uuden merkityksen.

Työn perusteella saadaan käsitys velvoitteista, joista kulutusmittauksien perusteella laskuttavan toiminnanharjoittajan tulee huolehtia. Työssä esitetään energiamittareiden mittausperiaatteet ja tarkastamiseen vaikuttavat tekijät, sekä mittauksen muodostavat osalaitteet. Työssä pohditaan tarkastuskäytäntöjen historiaa ja puuttuvan lakiasetuksen vaikutusta alalle.

Avainsanat lämpöenergiamittari, kaukolämpömittari, sähköenergiamittari, sähkömittari, energiamittari, varmentaminen, tarkastus

Industrial and Natural Resources
Electrical Engineering

Author	Heikki Vierimaa	Year	2016
Supervisor	Marko Kukkola, B.Eng.		
Commissioned by	VMH Kalibro Oy		
Subject of thesis	Existing practices to inspect properties of real estate energy meters		
Number of pages	32 + 5		

The purpose of this bachelor's thesis was to find out existing methods and practices to inspect the properties of real estate energy meters. The topic is timely because the ministry of employment and the economy has started a project, where the aim is to compose a regulation on the measuring instruments law for defining the verification requirement for consumption measurement devices during usage. The principal needed an up to date view of the on-going practices about the inspection practices of the field.

The priority in this work was on electric meters, but heat meters provide a comparison in practices. During the thesis, representatives of companies that operate in this sector were interviewed. Information about the inspection process and challenges was received. The text includes a short example of prevailing inspection regulations and requirements of electrical meters in Sweden. Due to this the lack of regulation gets a new significance in Finland.

Based on this work one will get an idea of the obligations and requirements of the current law and regulations, of which an operator who bills according to consumption measurements must take care of. This work set out the principles for the measurement of energy meters and the factors concerning the inspections. Also the parts of the measuring equipment were introduced. The history of inspection practices as well as the effect of the lacking regulations are being considered in this thesis.

Keywords heat meter, electric meter, energy meter, inspection, verification

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	KULUTUSMITTALAITTEEN MÄÄRITTELY	6
3	LAKI JA VAATIMUKSET	7
3.1	Mittauslaitedirektiivi (MID) (2004/22/EY)	7
3.2	Mittauslaitelaki 707/2011	7
3.2.1	Vastuu mittauslaitteen käytöstä	7
3.2.2	Käytönaikainen varmentaminen	8
4	MITTAUSPERIAATTEET JA LASKUTUS	9
4.1	Sähköenergianmittaus	10
4.1.1	Sähköenergian suoramittaus	11
4.1.2	Sähköenergian epäsuora mittaustapa	12
4.2	Lämpöenergianmittaus	15
5	TARKASTUSMENETELMÄT	18
5.1	Sähköenergiamittari	18
5.1.1	Kenttätarkastus	19
5.1.2	Laboratoriotarkastus	20
5.2	Lämpöenergiamittari	21
5.2.1	Kenttätarkastus	21
5.2.2	Laboratoriotarkastus	22
6	TARKASTAMISEN HAASTEET	23
6.1	Sähköenergiamittari	23
6.2	Lämpöenergiamittari	24
7	NYKYINEN TARKASTUSKÄYTÄNTÖ	26
7.1	Sähköenergiamittarit	26
7.2	Lämpöenergiamittarit	26
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	28
9	POHDINTA	29
	LÄHTEET	30

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on VMH Kalibro Oy. Yritys on erikoistunut tarkastuslaitteisiin sekä tuottaa lämpöenergia- ja virtausmittausten tarkastuspalveluita. Toimipiste sijaitsee Kempeleessä.

Opinnäytetyön tarkoitus on selvittää kiinteistöjen sähkö- ja lämpöenergiamittausten tarkastamisen käytäntöjä ja menetelmiä. Työn laajuutta määrittellessä kävi selväksi, että tietoa asiasta on, mutta painettua materiaalia siitä ei oikeastaan löydy. Työn aikana suoritettiin puhelinhaastatteluja. Heti haastattelukierroksen alussa kävi selväksi, että joillekin yhtiöille aihe saattaa olla hivenen arka. Tästä johtuen haastattelun alussa kerrottiin, että haastateltavien henkilöiden ja yhtiöiden nimet pysyvät salassa. Tällä tavalla uskottiin saatavan parhaiten todellisuutta vastaavaa tietoa asioista ja pyrittiin välttämään yritysten sisäistä byrokratiaa.

Työ- ja elinkeinoministeriö on käynnistänyt hankkeen, jonka tarkoituksena on tuottaa mittauslaitelain asetus, joka määritteli kulutusmittalaitteiden varmentamisen vaatimuksen. Valmistuessaan asetus ohjaisi käytäntöjä toimialalla.

Työssä perehdytään tällä hetkellä voimassa olevien lakien ja vaatimusten sisältöön, sekä otetaan esimerkki Ruotsin mallista. Työn pääpaino koskee sähköenergiamittauksia, mutta lämpöenergiamittaukset mahdollistavat hyvin menetelmien vertailun.

Tavoitteena on tuottaa käsitys siitä, kuinka energia- ja verkkoyhtiöt seuraavat sähkö- ja lämpöenergiamittareidensa kuntoa ja mittauslaatua, sekä perehtyä käytännön toimintatapoihin tarkastustoimintojen suorittamiseksi. Lopputulos antaa katsauksen nykyisestä tarkastuskulttuurista ja siihen liittyvistä haasteista sekä auttaa ymmärtämään mittarien toimintaa.

2 KULUTUSMITTALAITTEEN MÄÄRITTELY

Kiinteistöissä käytettävien kulutusmittareiden, kuten sähkön ja lämmön laskutusperuste on riippuvainen kyseisen mittariin kertyneestä lukemasta. Kulutusmittareiden erityispiirteisiin kuuluu se, että luotettavan ja oikean laskutuksen takaaminen perustuu ja on riippuvainen yhden ainoan kyseisen kulutushyödykkeen mittauksen oikeellisuudesta. (Tukes 2013.)

On tärkeää, että kulutusmittarit mittaavat oikein ja niihin perustuvat laskut ovat todellisia. Tästä syystä toimintaa harjoittavilla yrityksillä on vastuu mittausten toimintakunnon seurannasta ja huolehtimisesta. Vastuu ei riipu kyseisen mittarin omistuksesta eikä myöskään koske pelkästään mittarin hankintavaihetta, vaan laskuttavan osapuolen on aina huolehdittava, että myös jo käytössä olevat mittauslaitteet soveltuvat käyttötarkoitukseen ja -ympäristöön sekä täyttävät mittauslaitelain vaatimukset. Samat vaatimukset koskevat myös taloyhtiöitä, jos laskutus perustuu huoneistokohtaisiin mittareihin. Kaikkien laskutuskäytössä olevien kulutusmittalaitteiden tulee täyttää lain vaatimukset ja olla tyyppihyväksyttyjä tai mittauslaitedirektiivin mukaisia. (Tukes 2013.)

3 LAKI JA VAATIMUKSET

Lakia ja määräyksiä tulkittaessa huomaa selkeästi tämän hetkisen lakiasetuksen puutteen. Periaatteessa mittauslaitelaki vaatii mittalaitteille mittausvarmuutta, mutta ei ota kantaa toimintatapaan tai menetelmään, jolla varmuus saavutetaan.

3.1 Mittauslaitedirektiivi (MID) (2004/22/EY)

Mittauslaitedirektiivi tuli voimaan EU:n alueella keväällä 2004. Direktiivi koskee monenlaisia mittalaitteita, mukaan lukien sähkö- ja lämpöenergiamittarit. Kaikkien jäsenmaiden tuli ottaa direktiivin vaatimukset käyttöön 30.10.2006, jolloin yhteismarkkinat alkoivat vihdoinkin toimia. Tämän lisäksi annettiin 10 vuoden siirtymäkausi, jonka aikana markkinoille voi kuitenkin saattaa ennen direktiiviä voimassa olleiden vaatimuksien mukaisia mittalaitteita, mikäli kyseisten laitteiden tyyppihyväksyntä on voimassa niin kauan. Suomessa direktiiviin perustuvan mittauslaitelain asetus on vasta valmisteilla. (Tukes 2012.)

Mittauslaitedirektiivin voimaantulon myötä vakauslainsäädäntöä on uusittu, mutta työ on edelleen kesken. MID kattaa Suomessa sähkö- ja lämpöenergiamittauksen osalta tyyppihyväksyntää ja ensivakausta koskevat menettelyt. Käytön aikainen valvonta säädetään kansallisesti. (Kaukolämmön mittaus 2008.)

3.2 Mittauslaitelaki 707/2011

Mittauslaitelain ja valmisteltavien asetusten tarkoituksena on mittauslaitteiden toiminnan turvaaminen direktiivin vaatimuksiin nojaten. Kulutusmittauksessa, jossa hinnan tai muun taloudellisen edun määrittäminen tapahtuu mittaustulosten perusteella, on voimassa luvuissa 3.2.1 ja 3.2.2 esitetyt vastuut.

3.2.1 Vastuu mittauslaitteen käytöstä

Toiminnanharjoittajan tulee vastata käytössä olevien mittauslaitteiden jatkuvasta ja luotettavasta mittaamisesta. Mittalaitteiden on sovellettava käyttötarkoitukseen ja -ympäristöön sekä täytettävä lain vaatimukset. Toiminnanharjoittaja vastaa myös mittauslaitteen luotettavuuden varmentamisesta tietyin säädetyin

määräajoin ja aina tarvittaessa. Tarkempia säännöksiä mittauslaitteen varmentamisen määräajoista voidaan antaa valtioneuvoston asetuksella. (Mittauslaitelaki 707/2011 3:13 §.)

3.2.2 Käytönaikainen varmentaminen

Mittauslaitteen käytönaikainen luotettavuus on varmennettava laite- tai laiteräkohtaisesti määräajoin. Määräaika perustuu laitetyypin ominaisuuksiin, käyttöolosuhteisiin ja käyttötarkoitukseen. Varmentamisessa tulee käyttää tarkastuslaitosta. Tarkastuslaitos voi hyväksyä mittauslaitteen käytönaikaiseksi varmentamismenettelyksi myös muun tavan, jota tarkastuslaitos valvoo. Tarkempia säännöksiä varmentamisen määräajoista, suurimmista sallituista virheistä ja varmentamisen menettelyistä voidaan antaa valtioneuvoston asetuksella. (Mittauslaitelaki 707/2011 3:15 §.)

4 MITTAUSPERIAATTEET JA LASKUTUS

Sähköverkonhaltijan on järjestettävä sähköenergianmittaukset taseselvityksen vaikutuksen piirissä oleviin sähkötoimituksiin sekä rekisteröitävä ja ilmoitettava mittaustiedot sähkömarkkinoiden osapuolille. Laskutustiedot on toimitettava käyttöpaikka- tai mittauskohtaisesti. Mittauspalvelun on lisäksi pyrittävä edistämään asiakkaan tehokasta ja säästäväistä sähkönkäyttöä sekä pyrkiä ohjaustapojen hyödyntämiseen. (Sähkömarkkinalaki 588/2013 4:22 §.)

Jakeluverkonhaltijan on eriteltävä laskussaan sähkönjakelun hintaan vaikuttaneet tekijät. Laskuttajan on tarjottava kuluttajille erilaisia maksutapoja sähkönjakelusta muodostuneiden laskujen maksamiseen. Vaihtoehdot eivät saa olla syrjiviä ja ne on oltava perusteltavissa. Laskuttaja on oikeutettu perimään maksutavasta aiheutuneet kohtuulliset lisäkustannukset. Arvioon perustuvien laskujen on noudatettava riittävän tarkkaa kulutusennustetta. Kuluttajille suunnatuissa laskuissa on lisäksi annettava ohje laskun mahdollisesta huomauttamisesta ja riitojen ratkaisumenettelyistä. (Sähkömarkkinalaki 588/2013 6:57 §.)

Kiinteistön sisäisestä sähköverkossa toimitetun sähkön mittaamisesta vastaa kiinteistönhaltija. Haltijan on järjestettävä sähkön mittaus asianmukaisella tavalla. Sisäisen sähköverkon kautta sähkönsä saavan loppukäyttäjän on myös annettava mahdollisuus valita sähkötoimittajansa. Sähkön mittaus tulee järjestää siten, että huoneistokohtaisen mittauslaitteiston mittaama sähkönkulutus voidaan helposti, esimerkiksi etäluennan avulla, yhdistää kiinteistön tai sitä vastaavan kiinteistöryhmän mitattuun kokonaiskulutukseen ja erottaa siitä. Mittaus tulee järjestää siten, että siitä aiheutuvat kustannukset ovat loppukäyttäjille ja sähkötoimittajille mahdollisimman pienet. (Sähkömarkkinalaki 588/2013 10:71 §.)

Verkonhaltijoiden ja tasevastaavien tulee huolehtia taseselvityksen perustumisesta sähkön mittaukseen tai mittauksen ja tyyppikuormituskäyrän yhdistelmään. Toimituksia koskeviin ilmoituksiin otetaan kantaa valtioneuvoston asetuksella tarkemmin säädellyllä tavalla. Säännökset selvityksen sisällöstä ja käytettävistä menetelmistä annetaan valtioneuvoston asetuksella. (Sähkömarkkinalaki 588/2013 11:74 §.)

4.1 Sähköenergianmittaus

Kulutettua sähköenergiaa mitataan liittymä- tai asiakaskohtaisesti sähkömittareilla, joita on käytössä useita eri merkkejä ja malleja. Nykyiset sähköenergiamittarit ovat pääosin elektronisia älymittareita, joiden luenta tapahtuu etäluentana. Mittareiden rekisteröimä kulutus on nykyisin tuntitasoista ja kulutettu sähköenergia ilmoitetaan pääsääntöisesti kilowattitunteina (kWh).

Tavallisesti sähköenergiaa mitataan kolmivaiheisen kuorman sähköenergiana, jolloin pätevät seuraavat energianlaskukaavat tehojen avulla:

$$W_p = P * t = \sqrt{3} * U * I * \cos \varphi * t \quad (1)$$

$$W_q = Q * t = \sqrt{3} * U * I * \sin \varphi * t \quad (2)$$

$$W_s = S * t = \sqrt{3} * U * I * t \quad (3)$$

SI-järjestelmässä suureet esitetään sekuntitasolla, mutta sähkötekniikassa käytännössä tuntitasolla.

W_p	on	Pätoenergia = 1 Ws, käytännössä 1kWh
W_q	on	Loisenergia = 1 vars, käytännössä 1kvarh
W_s	on	Näennäisenergia = 1 VAs, käytännössä 1kVAh

(Lindeman & Sahinoja 2000, 96.)

4.1.1 Sähköenergian suoramittaus

Sähköliittymään, jonka nimellisjännite on 230V/400V, käytetään yleisesti suoraa mittaustapaa silloin kun mittauksen etusulakkeen koko on enintään 63A. Suorassa mittauksessa sähkömittari on osana kulutuksen alaista virtapiiriä (Kuva 1). (Pienjännitemittaroinnit 2014a,1.)



Kuva 1. Sähköenergian suoramittaus Landis+Gyr E450

4.1.2 Sähköenergian epäsuora mittaustapa

Suurempien sulakelähtöjen (yli 63A) liittymiin käytetään yleisesti epäsuoraa mittaustapaa (Kuva 2). Epäsuora mittaus toteutetaan sähkömittariin liitetyillä ja kohteeseen erikseen valituilla virtamuuntajilla. Virtamuuntajien mittauspiirit on suojattava 3x10A ylivirtasuojilla, jotka sijoitetaan keskuksen sinetöitävään tilaan. (Pienjännitemittaroinnit 2014a,8.)



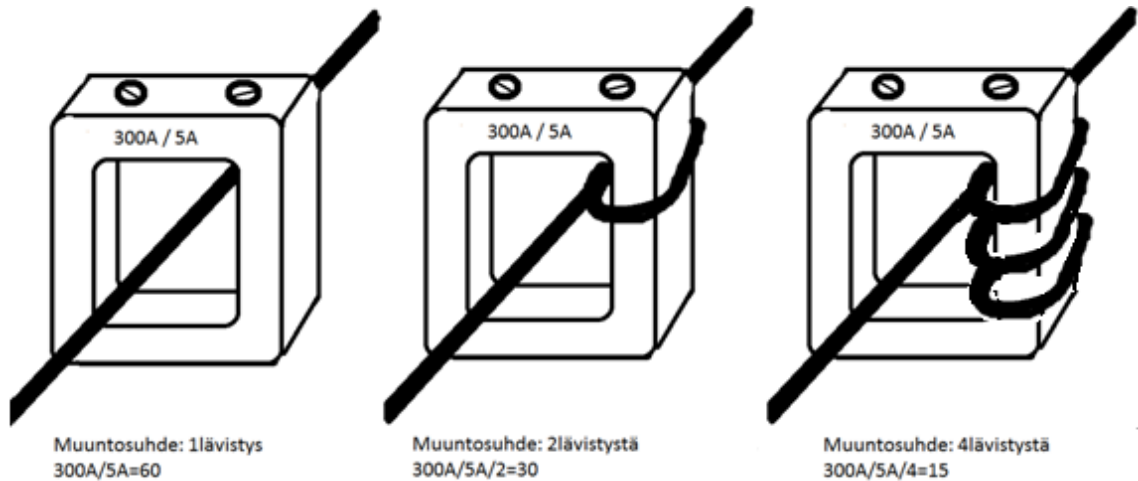
Kuva 2. Epäsuora sähköenergian alamittaus virtamuuntajilla varustettuna.

Virtamuuntajien hankinta kuuluu asiakkaalle. Tarvittavat mittamuuntajat asennetaan jokaiseen vaiheeseen ja ne on sijoitettava niin, että muuntosuhteen ilmoittama arvokilpi on turvallisesti luettavissa mittauskeskuksen ollessa jännitteinen (Kuva 3). Mittareiden, johdotusten ja liitosten aiheuttaman taakan on oltava standardin mukainen 0,25-1 kertaa virtamuuntajien toisiomitoitustaakasta. Virtamuuntajien tarkkuusluokan on oltava 0,2S. (Yleisohjeita sähköurakoitsijalle 2014,14.)



Kuva 3. Virtamuuntajat vaihejohtimiin asennettuna, ja tyyppikilvet luettavissa turvallisesti.

Virtamuuntajia valitessa kannattaa huomioida mahdollinen laajennusvara ja ensiölävistyksiä tehdään mitattava virta huomioiden (Kuva 4). (Yleisohjeita sähköurakoitsijalle 2014,14.)



Kuva 4. Lävistysten vaikutus virtamuuntajien muuntosuhteeseen.

Virtamuuntajien muuntosuhde lasketaan mitattavan kohteen näennäistehon perusteella ja valitaan lähimpänä laskettua arvoa nimellisarvoltaan oleva virtamuuntaja (Taulukko 1). Sähkökulutuksen kasvaessa pitää muuntosuhdetta muuttaa ensiövirtaa vastaavaksi. (Urakoitsijaohjeet 2012,13.)

Taulukko 1. Esimerkkejä virtamuuntajien mitoituksesta (Urakoitsijaohjeet 2012, 14).

Mittauksen etusulake	Muunto- suhde- vaihto- ehdot	Ensiö- lävistykset	Kytetty muuntosuhde	Virtamuuntajan nimellis-taakka S_n , kun virta-muuntajien ja mittarin vä-linen etäisyys on <3m ¹⁾ VA	Tarkkuus- luokka
A	A/A		A/A		
3x63 ²⁾ tai 3x80	75/5 150/5 300/5	1 2 4	75/5 75/5 75/5	5	0,2S
3x100	100/5 200/5 300/5	1 2 3	100/5 100/5 100/5	5	0,2S
3x125	125/5 250/5	1 2	125/5 125/5	5	0,2S
3x160	150/5 300/5	1 2	150/5 150/5	5	0,2S
3x200	200/5 400/5	1 2	200/5 200/5	5	0,2S
3x250	250/5	1	250/5	5	0,2S
3x315	300/5	1	300/5	5	0,2S
3x400	400/5	1	400/5	5	0,2S
3x500	500/5	1	500/5	5	0,2S
3x630	600/5	1	600/5	5	0,2S

¹⁾ Jos etäisyys on yli 3 m, mitoitus selvitetään tapauskohtaisesti

²⁾ Keskuksen $I_n > 63$ A

Keskijänniteverkon, kuten teollisuuden- tai jakeluverkkojen, mittauksessa käytetään poikkeuksetta mittamuuntajia. Muuntajien avulla sähkömittarin fyysistä ra-

kennetta ei tarvitse muuttaa jännitteestä riippumatta. (Keskijännitemittaroinnit 2014b.)

Sähkönmittausta varten keskijänniteasiakas joutuu hankkimaan omistamaansa keskijännitemuuntamoon virtamuuntajien lisäksi jännitemuuntajat. Jännitemuuntajien tarkoituksena on muuntaa ensiöpiirin jännite toisiokojeille sopivaksi ja erottaa ensiö- ja toisiopiiri galvaanisesti toisistaan. Jännitemuuntajat on sijoitettava ennen virtamuuntajia ja niiden on oltava tyypiltään yksinapaisesti eristettyjä yksivaihejännitemuuntajia. Jännitemuuntajan toisiojännite on 58V. (Yleisohje sähköurakoitsijalle 2014,15.)

Mittareiden, johdotusten ja liitosten aiheuttama taakka on virtapiirissä noin 1-4VA/vaihe ja jännitepiirissä noin 10VA/vaihe. Valittavien mittamuuntajien taakan on oltava 0,25-1 kertaa mittamuuntajien toisiomitoitustaakasta. Virtamuuntajien tarkkuusluokan on oltava 0,2S ja nimellistaakan enintään 7,5VA. Jännitemuuntajien tarkkuusluokan on oltava 0,2. (Yleisohje sähköurakoitsijalle 2014,15.)

4.2 Lämpöenergianmittaus

Siirretty lämpöenergia voidaan määritellä esimerkiksi kaukolämpöasiakkaan osalta lämmönvaihtimen läpi virranneen veden massan, ominaislämpökapasiteetin ja lämpötilaeron perusteella. Energia lasketaan kiertävän vesivirran ja veden jäähtymisen perusteella kaavalla

$$Q = c_p \int_{t_0}^{t_1} q_m \Delta T dt \quad (4)$$

missä

Q	on	siirtynyt lämpöenergian määrä
c_p	on	veden ominaislämpökapasiteetti
q_m	on	virtausanturin läpi virrannut veden massavirta
ΔT	on	veden lämpötilaero kaukolämmön tulo- ja paluuputkessa
t_0	on	ajan alkuhetki
t_1	on	ajan loppuhetki

(Kaukolämmön mittaus 2008, 8.)

Lämpöenergiamittari on elektroninen mittalaite, joka mittaa ja rekisteröi lämmönsiirtopiirissä virtaavan nesteen luovuttamaa energiaa kulutuksen mukaan. Lämpömääränlaskin laskee luovutetun energian virtausanturilta saatavan massavirran sekä meno- ja paluuantureilta saatavien lämpötila tietojen perusteella huomioiden veden ominaislämpökapasiteetin. Tyypillisesti lämpöenergiamittarista on luettavissa kumulatiivinen kulutettu lämpöenergia (MWh) ja kierto-vesimäärä (m^3) sekä hetkellisiä mittausarvoja, kuten meno- ja paluuveden lämpötilat ja lämpötilaero sekä hetkellinen teho (kW) ja vesivirtaus (m^3/h). (Kaukolämmön mittaus 2008, 8-14.)

Lämpöenergiamittauksen periaate on sama kulutuskohteen koosta riippumatta. Lämpöenergiamittari mitoitetaan virtausanturin mukaan. Rakennuksen lämmityksen ja ilmanvaihdon tehontarpeista muodostuva suurin jatkuva tilavuusvirtaus määrää virtausanturin valinnan. (Kaukolämmön mittaus 2008, 21.)

Lämpöenergiamittari koostuu kolmesta mittauksen osalaitteesta (Kuva 5), joita ovat virtausanturi, lämpötila-anturit ja lämpömääränlaskin. Virtaus-anturin läpi virtaa lämmityksen ensiöpiirin kaukolämpövesi. Virtausanturi asennetaan yleensä lämmitysjohtoon virtaussuunnassa paluupuolelle, jolloin kaukolämpövesi on luovuttanut lämpöä lämmönvaihtimessa ja on näin viileämpää. Lämpötila-anturipari mittaa kaukolämpöjohdon meno- ja paluuveden lämpötiloja ja tuottaa lämpötiloja verrannolliset viestit. Lämpömääränlaskin laskee kulutetun energian virtausanturin tuottaman virtaustiedon ja lämpötila-antureiden tuottaman lämpötilatietojen perusteella huomioiden veden ominaislämpökapasiteetin. (Kaukolämmön mittaus 2008, 10-15.)



Kuva 5. Kamstrup Multical 602 lämpöenergiamittari (VMH Kalibro Oy 2016).

5 TARKASTUSMENETELMÄT

Opinnäytetyötä varten haastateltiin energia- ja verkkoyhtiöiden mittausasiantuntijoita vallitsevista ja aiemmin käytössä olleista tarkastusmenetelmistä. Energiamittareita ja tarkastuslaitteita maahantuovien sekä valmistavien ja tarkastuspalveluja tuottavien yritysten edustajien kanssa keskusteltiin tarkastusmenetelmistä ja niiden haasteista. Kaikkia haastatteluihin ja keskusteluihin osallistuneita lähteitä ei salassapitosopimuksesta johtuen eritellä.

Suomessa ei ole toistaiseksi asetusta, joka määrittäisi tarkastusmenetelmiä energiämittareille. Ruotsissa asioista on säädetty asetuksia. Esimerkiksi enintään 63A sähköenergiamittareiden tarkastusvaatimuksissa määritellään aikaperusteiseen tai tilastolliseen tarkastukseen perustuvia eräkokoja, mittausepävarmuus, tarkastuspisteet ja sallitut virheet (Taulukko 2). (STAFS 2009:9.)

Taulukko 2. Esimerkki STAFS 2009:9 sisällöstä koskien, STAFS 2006:7 alaisuuteen kuuluvien sähköenergiamittareiden tarkastuspisteistä ja suurimmista sallituista virheistä (STAFS 2009:9).

Strömvärde vid symmetrisk belastning	PF	Största tillåtna fel (%)	
		Elektronisk	Elektromekanisk
I_{\min}	1	± 5	± 6
I_{tr}	1	$\pm 3,5$	± 5
I_{tr}	0,5 induktiv		
$10 I_{tr}$	1		

5.1 Sähköenergiamittari

Haastatteluiden mukaan kentällä ja laboratoriossa tehtävien tarkastusmenetelmien välillä on tiettyjä mittausteknisiä erityispiirteitä. Kenttälaittein suoritettavan tarkastuksen tarkastuspisteen määrittää kohteessa vallitseva sähkönkulutus. Laboratoriolaittein tehdyssä tarkastuksessa kuormituspisteet ovat erikseen valittuja ja tarkastuslaitteistolla luotuja.

5.1.1 Kenttätarkastus

Sähkömittausten tarkastamisen menetelmiin kuuluu kannettavin kenttälaittein suoritettava referenssimittaus (Kuva 6), joka suoritetaan mittauskohteessa. Kenttätarkastus voidaan suorittaa jo sähkömittarin asennusvaiheen yhteydessä tai erillisellä tarkastuskäynnillä. Kenttätarkastuksen avulla saadaan varmistettua myös asennuksen laatu ja muut kohteessa mittaukseen vaikuttavat tekijät. Tarkastuksesta toimitetaan pöytäkirja (Liite 1).

Kohteessa suoritettavalla tarkastuksella pyritään selvittämään ensisijaisesti energianmittarin tarkkuus. Palvelun yhteydessä tarkastetaan lisäksi mittarin ja virtamuuntajien soveltuminen kohteeseen, mittausmenetelmä ja kytkentä, mittausmuuntajien muuntosuhde, mittausjohtimien jännitehäviö, mittamuuntajien käyttötaakka, mittauskohteen yleiskunto sekä mittauslaitteiden ja järjestelmien kertoimet (Polarmit Oy (n.d.)).

Mittausvirheitä ja muita ongelmien aiheuttajia ovat löystyneet ja väärin tehdyt kytkennät, mittarin vikaantuminen, väärin ohjelmoidut mittarit, katkennut mittauspiiri, vääränlainen mittari tai mittamuuntaja, ylikuormitettu virtamuuntaja, paikalleen jääneet oikosulkulenkit sekä asiakkaan kompensointilaitteistot (Liite 2). (Polarmit Oy (n.d.)).



Kuva 6. Kenttätarkastuslaite MTE PWS 3.3 (Meter Test Equipment 2010).

5.1.2 Laboratoriotarkastus

Tarkastus voidaan suorittaa laboratoriossa erillisellä tarkastuslaitteistolla, jolloin mittareita voidaan tarkastaa samanaikaisesti useita. Tässä tarkastusmenetelmässä mittarit asetetaan ja kytketään tarkastuspöytään (Kuva 7).

Mittareita kuormitetaan tarkastuslaitteiston valituilla ja tunnetuilla kuormilla. Mittareiden mittaama energiamäärä luetaan referenssilaitteistolle tarkastettavien mittareiden näytöiltä tai vaihtoehtoisesti energiapulsseina optista lukijaa käyttäen. Pulssien muodostamaa energiamäärää verrataan tunnettuun referenssiin.



Kuva 7. Tarkastuslaitteisto MTE Stationary Meter Test Systems (Meter Test Equipment 2014).

5.2 Lämpöenergiamittari

Lämpöenergiamittausten tarkastusmenetelmissä on samoja piirteitä ja ominaisuuksia kuin sähköenergiamittarien varmentamisessa. Kentällä tehtävän tarkastuksen virtaus- ja lämpötila- alueen määrittää kohteessa vallitsevat olosuhteet. Laboratoriotarkastuksessa tarkastuspisteet ovat valittavissa.

5.2.1 Kenttätarkastus

Kentällä suoritettavia tarkastuksia voidaan suorittaa myös lämpöenergiamittareille. Referenssimittauslaittein toteutettava tarkastus tehdään osalaitteisto- tai kokonaisenergiatarkastuksena kohteessa vallitsevilla olosuhteilla (Kuva 8).

Kokonaisuutena tarkastettavan energiamittarin referenssimittalaitteisto kootaan tarkastettavan mittauksen kanssa samaan putkilinjaan kokonaisuudeksi. Virtausmittaus tapahtuu esimerkiksi putkiston päälle asennettavan ultraäänitekniikkaan perustuvan virtausanturin avulla. Lämpötila-anturit ovat myös yleensä putkiston pintaan asennettavaa mallia. Asennuksen yhteydessä referenssilaitteeseen ohjelmoidaan kohteen tiedot, kuten putkiston materiaali ja koko. Tämän jälkeen energiamittarit jätetään mittaamaan kulutusta halutuksi ajaksi, jonka jälkeen kertynyttä energiamäärää verrataan keskenään.



Kuva 8. Kenttätarkastuslaitteisto (Inspecta Group 2013).

5.2.2 Laboratoriotarkastus

Lämpöenergiamittarien tarkastaminen mittauslaboratoriossa suoritetaan kiinteillä tarkastuslaitteistoilla. Tarkastuksia voidaan suorittaa osa-alueittain tai mittarikokonaisuutena. Osalaitteisto tarkastuksessa virtausanturi, lämpötila-anturipari ja lämpömäärälaskin tarkastetaan erikseen ja tarkastuksen tuloksista tarkastellaan osalaitteistokohtaisesti.

Yhdistelmätarkastuksessa mittarille simuloidaan mittausympäristö, jossa tarkastuslaitteiston virtauslinjaan asetettu virtausanturi ja paluuveden lämpötila-anturi mittaavat virtauspenkin tuottamaa veden valittua virtausta ja sen lämpötilaa. Menoveden lämpötila-anturi mittaa erillisen lämpövesihauteen lämpötilaa (Kuva 9). Tällä tarkastusperiaatteella verrataan tarkastuslaitteiston luomaa tunnettua referenssienergiaa tarkastettavien mittarien mittaamaan energiaan. Tässä tarkastusmenetelmässä mittarilta saatava mittaustieto saadaan mittarin näytöltä lukemalla, joten mittarin tyyppi tai malli ei vaikuta tarkastuksen suorittamisen käytäntöön muutoin kuin näytön erottelutarkkuuden osalta. Tarkastuksesta toimitetaan tarkastuspöytäkirja (Liite 3).



Kuva 9. Kalibro-virtauspenkki ja lämpövesihaude (VMH Kalibro Oy 2016).

6 TARKASTAMISEN HAASTEET

Haastattelujen perusteella suurin yksittäinen haaste kenttätarkastajille on sisäänpääsy kohteeseen. Muita haasteita ovat kohteiden mukaan vaihtuva työympäristö ja sen vaikutus työturvallisuuteen. Laboratoriotarkastuksessa mittarin ominaisuudet haastavat tarkastuslaitteistot.

6.1 Sähköenergiamittari

Tarkastamisen haasteina voidaan pitää epäsuorien mittausten osalta sen osalaitteiston omistussuhteita. Mittaus koostuu verkkoyhtiön omistamasta mittarista sekä kiinteistönomistajalle yleensä kuuluvista mittamuuntajista. Rakenteesta johtuen tarkastukset suoritetaan pääosin liikuteltavin tarkastuslaittein, kohteissa vallitsevilla kuormilla.

Tarkastuksissa löytyneiden virheellisten mittausten aiheuttajat ovat usein inhimillisiä kytkentä- ja asennusvirheitä. Epäsuorien mittausten asennuksen tai vaihdon yhteydessä sattunut kytkentävirhe ei välttämättä tule esille kohteessa silmämääräiseen tai kohteen kulutushistoriaan perustuvassa tarkastelussa. Alkuperäisesti väärin kytketyn mittarin kytkentää ei ole mittarin vaihtojen yhteydessä osattu epäillä vääristä tai puuttuvista kaapelimerkinnöistä johtuen. Tällaisen mittauksen mittausvarmuutta epäiltäessä olisi suositeltavaa toteuttaa tarkastus aina kenttälaitteistolla mittauskohteessa. Tällöin tarkastus tulee suoritetuksi samoilla kytkennöillä ja liitoksilla. Lisähaasteena kohteissa on huomioitava, että tietyt jännitteellisten kojeistojen rakenteista ovat hengenvaarallisia.

Tarkastuspöydällä suoritettussa tarkastuksessa haasteena on halvalla tuotettujen mittarien mittausmenetelmä, jossa virranmittaus on voitu toteuttaa tarkkuusvastuksella. Tällöin mittarin mittaamaa jännitettä ja virtaa ei voi erottaa toisistaan ja sarjaan kytketyt tarkastettavat mittarien sisäiset kuormat haittaavat tarkastusta. Näissä tapauksissa tarkastuslaitteistolta edellytetään erilisiä mittauspiirejä tai tarkastukset on suoritettava yksi mittari kerrallaan.

6.2 Lämpöenergiamittari

Laboratoriossa tehtävän tarkastuksen haasteena on olosuhteista ja ympäristöstä johtuvat erot mittauskohteeseen. Lisäksi erikokoiset ja tyyppiset virtausanturit haastavat tarkastuslaitteistojen tuottamat virtausalueet (Kuva10). Esimerkiksi VMH Kalibro Oy:n tarkastuslaboratoriossa virtauspenkkien tuottamat virtausalueet ovat $0,006\text{m}^3/\text{h} - 250\text{m}^3/\text{h}$.



Kuva 10. Erikokoisia ja tyyppisiä käytöstä poistuneita energiamittareita tarkastuksen jäljiltä (VMH Kalibro Oy 2016).

Lämpöenergiamittareiden osalta olisi suositeltavaa sisällyttää tarkastaminen aina kaikille mittarin osalaitteille. Toisinaan haasteen aiheuttaa laboratorioon tarkastukseen saapuva mittari, josta puuttuu joku mittauksen osalaitteisto ja tällöin ajatus tarkastuksen tuomasta analyysistä saattaa kärsiä. Haasteena voidaan pitää myös mittarin irrotushetkellä ja sen jälkeen tapahtuvia muutoksia, kuten tietyissä malleissa virtausanturin kuivumista. Kuivumisen ehkäisemiseksi on suositeltavaa tulpata virtausanturin liitospäät heti irrotuksen yhteydessä. Mittarin kuljetuksessa tai käsittelyssä tapahtuva fyysinen rikkoutuminen on syytä estää pakkaamalla mittari oikein. Vettä sisältävien mittauslaitteiden osalta on huomioitava jäätymisriski. Mikäli lämpötila-antureiden kaapelointi ei ole mittalaitteessa kiinteä, on suositeltavaa merkitä meno- ja paluuanturit jo irrotushetkellä. Näillä toimenpiteillä mittaukselle pyritään luomaan mahdollisimman sama toimintaympäristö kuin se oli asennuspaikalla.

Yhdistelmätarkastamisen haasteena on pienillä virtauksilla tehtäviin tarkastuksiin kuluva aika. Pienen virtauksen tai mittarin näytön huonon erottelutarkkuuden takia on tarkastuksessa käytettävä energiakertymä hidasta.

7 NYKYINEN TARKASTUSKÄYTÄNTÖ

Tarkastuskäytäntöihin vaikuttavat mittaustoiminnan aikana muovautuneet ja opitut toimintatavat. Toisaalta älymittarien massavaihtojen tuomat muutokset toimintatapoihin on muovannut perinteisiä tapoja. Lisäksi tulkinnat lain vaatimuksista vaihtelevat.

7.1 Sähköenergiamittarit

Keskustelujen perusteella voidaan todeta, että nykyisin suoritettavat tarkastukset kohdistuvat pääosin epäsuoriin sähkömittauksiin ja ne suoritetaan kohteissa kenttälaittein. Useat energiayhtiöt omistavat liikuteltavaa tarkastuslaitteistoa kentällä suoritettaviin tarkastuksiin ja yhtiöt suorittavat osan tarkastuksista itse. Osa verkkoyhtiöistä ostaa tarkastuspalvelun ulkopuolisilta toimijoilta. Tarkastuksia suoritetaan epäsuorien sähkömittauksien käyttöönoton yhteydessä tai jo aiemmin asennettujen mittausten tarkastamiseksi. Lisäksi osa toimijoista pyrkii viiden vuoden tarkastusväliin epäsuorien mittausten osalta.

Nykyiset tarkastuskäytännöt noudattavat verkko- ja energiayhtiöistä riippumatta pitkälti samaa kaavaa, jossa kenttälaittein suoritettavat tarkastukset varmentavat epäsuorien mittausten mittauslaatua. Suorien sähkömittausten osalta tilanne on toinen. Haastateltavat myönsivät, että kotitalous- ja pienasiakkaiden suoramittauksiin kohdistuvia tarkastuksia ei juurikaan tehdä kuin suuren kulutuspoikkeaman aiheuttaman epäilyn tai asiakkaan vaatimuksen takia.

7.2 Lämpöenergiamittarit

Lämpöenergiamittareiden osalta suurimmat lämmönjakelijat seuraavat mittausensa kuntoa kohtuullisesti. Mittarinvaihtojen yhteydessä kentältä poistuvat mittarit tarkastetaan ja tarkastustuloksia analysoidaan.

Tarkastukset suoritetaan laboratoriossa erillis- tai yhdistelmä tarkastuksina. Toimijoilla on joko oma tarkastuslaboratorio tai palvelu tilataan ulkopuoliselta toimijalta. Lisäksi suoritetaan pistokoeluontoisia kenttätestauksia, jolloin esimerkiksi virtausantureiden ominaisuuksia voidaan tarkastella suoraan asennuskohdeissa. Yhtiöt, joilla ei ole käytäntöä järjestelmälliseen tarkastamiseen, suoritta-

vat tarkastuksia lähinnä kulutusmuutoksen herättämän epäilyn takia, jolloin vaihdettu mittari lähetetään tarkastukseen.

Lämpökeskusten ja kaukolämpöverkkoon lämpöä toimittavien laitosten päämittareille suoritetaan aika-ajoin kenttälaitteistoilla tehtäviä referenssimittauksia. Yleensä näiden mittauksien tarkastaminen ei saa vaikuttaa lämmönjakeluun, mutta taloudellinen intressi mittausten oikeellisuuteen on suuri. Tällöin liikuteltava referenssilaitteisto on ainoa vaihtoehto.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Aikaisemmin useat energiayhtiöt tuottivat omavaraisesti energiamittareidensa tarkastus- ja huoltotoimintaa ja ylläpitivät tarkastuslaboratorioita. Mittalaitteissa oli enemmän mekaniikkaa ja kuluvia osia, jonka vuoksi käyttöaika oli suhteellisen lyhyt. Tästä syystä tarkastukset olivat luonnollinen osa mittaus toimintaa, jonka perusteella mittarille tehtävät huolto- ja viritystoimenpiteet valittiin. Samalla varmistuttiin mittarien käytönaikaisesta mittauslaadusta. Huolletut ja viritetyt mittarit palautettiin kentälle uudelle kierrokselle. Näiden tarkastustoimintojen seurauksena mittarien ominaisuudet tulivat tutuiksi sekä mahdolliset viat havaituksi ja niihin pystyttiin tarvittaessa reagoimaan.

Nykyistä sähköenergiamittareiden tarkastustoimintaa analysoitaessa yhteistä kaikille suoritettaville tarkastustoimenpiteille on se, että niitä tehdään pääasiallisesti kohteisiin, joiden kulutus on suurempaa kuin kotitalouksilla, ja sitä kautta taloudellinen intressi on suurempi. Tästä näkökulmasta johtuen panostus pienasiakkaiden mittauksien tarkastamiseen voi tuntua mitättömältä. Toisaalta mittamuuntajilla varustetut epäsuorat mittaukset sisältävät enemmän mittausvirheen mahdollistavia asioita. Lisäksi kiinteistönomistajien omistavat virtamuuntajat voivat olla vanhoja ja huonokuntoisia, eikä niiden mitoitus ole välttämättä optimaalista.

Lämpöyhtiöiden osalta kysymys on opituista toimintatavoista tai niiden puutteesta. Yhtiöt, jotka ovat vuosia tehneet töitä hyvän mittauslaadun ylläpitämiseksi tarkastamalla tai tarkastuttamalla poistetut mittarit satunnaisesti tai järjestelmällisesti, toimivat edelleen samoin käytännöin. Yhtiöt, joille tarkastuskulttuuri on vieras, eivät välttämättä huomaa tai ymmärrä mittauslaadun vaatimuksia ja hyötyjä.

Mittauslaitelain tarkoituksena on varmistaa yksittäisen kuluttajan yhdenvertaisuuden ja oikeudenmukaisuuden toteutuminen mittauslaitteiden muodostamien kustannusten osalta. Tämän hetkinen toimintatapa ei kaikilta osin toteuta tätä lain henkeä, koska tältä osin puutteellinen lainsäädäntö aiheuttaa epätietoisuutta tarkastusten kohdentamisesta ja resursoinnista, sillä käsitykset mittauslaadun ylläpitämisen vaatimista panoksista vaihtelevat.

9 POHDINTA

Opinnäytetyön pääasiallisena tarkoituksena oli perehtyä kiinteistöissä sijaitsevien sähkö- ja lämpöenergian kulutusmittauksien tarkastusmenetelmiin ja käytännön toteutukseen.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja toi uutta näkökulmaa mittauksiin ja niiden tarkastustoimintaan liittyen. Tarkastuskäytäntöjä, -menetelmiä ja niiden haasteita selvittäessäni en tuntenut sähkömittarien toimintaa syvällisesti. Asiantuntijoiden kertomukset toivat esiin käytännön näkökulmia sähkönmittaamiseen liittyvistä toiminnoista.

Työssä tutkittiin tarkastuskäytäntöjen muovautumisen vaikuttavia lakeja ja määryksiä. Mittauslaitelain alaisuudessa olevien mittalaitteiden kirjo on laaja ja tästä johtuen tulkinta asiaan vaikuttavien lakien sisällöstä ja ajantasaisuudesta oli vaikeaa. Tilanne on sama kuin mitä haastatteluissa kuulin kenttäväeltä. Koko alalla tuntuu olevan pitkään jatkunut seisahtunut tilanne tarkastustoiminnan kehittämisessä. Onhan selvää, että tämän hetkisiä tarkastuskäytäntöjä valitessa tai mahdollisia tarkastuslaitteita hankittaessa törmätään tilanteeseen, jossa menetelmien soveltuvuutta tulevan asetuksen vaatimukseen ei voi taata. Toivottavasti valmisteilla oleva asetus toisi valmistuessaan selkeyttä lain tulkintaan ja täten yhtenäistäisi alalla toimijoiden käytäntöjä.

LÄHTEET

Elenia Oy 2014. Yleisohjeita sähköurakoitsijalle. Viitattu 16.3.2016.
<https://www.elenia.fi/sites/www.elenia.fi/files/Yleisohje%20s%C3%A4hk%C3%B6urakoitsijalle.pdf>.

Energiateollisuus ry 2008, Kaukolämmön mittaussuositus K13/2008. Viitattu 28.2.2016. http://energia.fi/sites/default/files/suositusk13_2008.pdf.

Helen Oy 2014b. Keskijännitemittaroinnit. Viitattu 15.3.2016.
https://www.helen.fi/globalassets/suunnittelijat-ja-urakoitsijat/hsv/su30414_keskijannitemittaroinnitpdf.

Helen Oy 2014a. Pienjännitemittaroinnit. Viitattu 18.3.2016.
https://www.helen.fi/globalassets/suunnittelijat-ja-urakoitsijat/hsv/su30314_pienjannitemittaroinnitpdf.

Inspecta Group 2013. Lämpöenergiamittausten ja virtausmittareiden kenttäkalibrointi. Viitattu 26.4.2016.
<http://www.inspecta.com/fi/Palvelut/Testaus/Mittauslaitteiden-kalibrointi/Lampoenergiamittausten-ja-virtausmittareiden-kenttakalibrointi/>.

Lindeman, K. & Sahinoja, T. 2000. Sähkömittaustekniikan perusteet. Porvoo: WSOY.

Meter Test Equipment 2010. PWS 3.3. Viitattu 26.4.2016.
http://www.mte.ch/data/files/PWS_3_3_english.pdf.

Meter Test Equipment 2014. Stationary Meter Test Systems. Viitattu 26.4.2016.
http://www.mte.ch/data/files/ZPE_Overview_english.pdf.

Mittauslaitelaki 17.6.2011/ 707.

Pohjoiskarjalan sähkö Oy 2012. Urakoitsijaohjeet. Viitattu 1.4.2016.
http://www.pks.fi/c/document_library/get_file?uuid=c129afa2-98d5-49a7-9f78-0b4941097bc0&groupId=10427.

Polarmit Oy 2007. Tarkastuspöytäkirjamalli. Viitattu 25.4.2016.
http://www.polarmit.fi/assets/site/files/energiamittauksen_tarkistus/Tarkastuspoytakirjamalli.pdf.

Polarmit Oy (n.d.). Esite. Viitattu 26.4.2016.
http://www.polarmit.fi/assets/site/files/energiamittauksen_tarkistus/Polarmit_esite.pdf.

Polarmit Oy (n.d.). Tarkastustilasto. Viitattu 25.4.2016.
http://www.polarmit.fi/assets/site/files/energiamittauksen_tarkistus/Tarkastustilasto.pdf.

STAFS 2009:9. Viitattu 15.3.2016.

http://www.swedac.se/PageFiles/1684/STAFS%202009_9%20konsol.pdf.

Sähkömarkkinalaki 9.8.2013/ 588.

Tukes 2012. Mittauslaitedirektiivi (MID) 2004/22 EY. Viitattu 23.2.2016.

<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Mittauslaitteet/Muutokset-ja-kaytosta-poisto/Mittauslaitedirektiivi-MID/>.

VMH Kalibro Oy 2016. Sisäinen materiaali.

LIITTEET

Liite 1. Tarkastuspöytäkirja

Liite 2. Tarkastustilasto

Liite 3. Tarkastuspöytäkirja

Liite 1 Tarkastuspöytäkirja 1(3)

Pvm	: 21.05.2007			
Aika	: 10:55:16			
Paikka	: Energiayhtiö Oy	Mittarit	: 182345	
	: KpNro: 2000114		: Q510NV-p1f	
	: Kiint Oy Mustikkakuja 18		:	
	:		:	
	:		:	
Sarjanum.	:		:	
Menetelmä	: MEM - 2000114			
Piste	: Result 1			

POLARMIT

	Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 3	Kokonais
Jännite	230.191 V	231.182 V	232.155 V	
Jännite	399.440 V	400.847 V	400.915 V	
Virta	355.120 A	325.221 A	319.645 A	
Päätöteho	81.556 kW	75.012 kW	74.123 kW	230.692 kW
Loisteho	-3.442 kvar	-3.644 kvar	-2.415 kvar	-9.501 kvar
Näennäisteho	81.745 kVA	75.185 kVA	74.207 kVA	230.887 kVA
Tehokerroin pätö	0.999	0.999	0.999	0.999
Tehokerroin lois	-0.042	-0.048	-0.032	0.041
Vaihekulma	-2.416 °	-2.776 °	-1.861 °	
Taajuus	49.993 Hz			
Kiertosuunta	L 123			
Jännitemuuntaja	Up = -----	Us = -----	Up/Us = -----	
Virtamuuntaja	Ip = 600.000 A	Is = 5.000 A	Ip/Is = 120.000	

	Channel 1	Channel 2	Channel 3
Mittarivakiot	0.12 kWh/imp	0 imp/Wh	0 imp/Wh
Virheraja	-100.0 % .. 100.0 %	-100.0 % .. 100.0 %	-100.0 % .. 100.0 %
Virhe	0.422 %	-----	-----
n/t	1 imp	1 imp	1 imp
Es	0.041 %	-----	-----
En	0.426 %	-----	-----

Page 1 / 1

Calsoft v 2.7.5.0 09:40:09 07.02.2008

Liite 1 Tarkastuspöytäkirja 2(3)

Pvm : 21.05.2007
 Aika : 11:02:08
 Paikka : Energiayhtiö Oy
 : KpNro: 2000114
 : Kiint Oy Mustikkakuja 18
 :
 :
 Sarjanum. :
 Menetelmä : MEM - 2000114
 Piste : Result 3

Mittarit : 182345
 : Q510NV-p4f
 :
 :
 :



VM Taakka

Parameterit

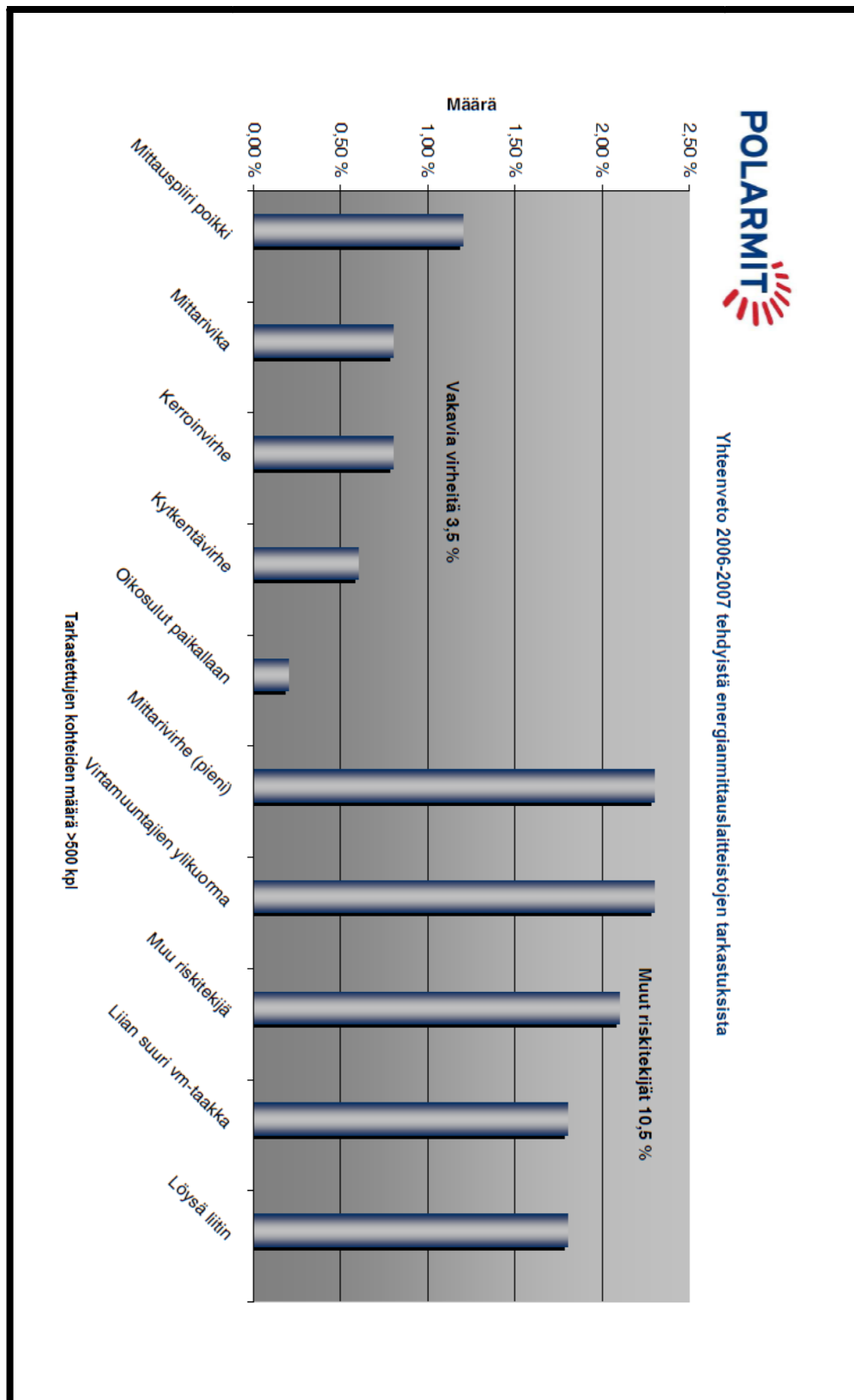
Vaihe L1
 Nimellisvirta 5.0000 A
 Pituus 0.0000 mm
 Osa 0.0000 mm2
 Nimellistaakka 25.0000 VA

Tulokset

Virta 3.3264 A
 Jännite 80.4188 mV
 Beta 0.506 °
 cos Beta 1.000
 S beta 2.4176 %
 Sn 604.3980 mVA
 Kokonais Sn 604.3980 mVA

	Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 3
Parameterit			
prim	600.0000 A	600.0000 A	600.0000 A
sek	5.0000 A	5.0000 A	5.0000 A
Tulokset			
prim	353.6140 A	349.3160 A	323.2860 A
sek	3.0302 A	2.8283 A	2.7517 A
Virhe	-2.7520 %	2.9215 %	-2.0953 %
Phi	356.4370 °	356.4460 °	359.6440 °
In prim	583.4880 A	617.5290 A	587.4280 A
In sek	5.0000 A	5.0000 A	5.0000 A

Liite 2 Tarkastustilasto



Liite 3 Tarkastuspöytäkirja



TARKASTUSPÖYTÄKIRJA Nro: P1-

VMH Kalibro Oy
Varstie 1
90440 Kempele

Puh. 040 839 1246
vmh@kalibro.com
www.kalibro.com

Sivu: 1/1

Asiakas:

Osoite:

Tarkastus: EMT-Yhdistelmämittaus
Menetelmä: Lentävä aloitus ja lopetus vertailumittaria vasten
Päiväys: 27.4.2016
Tarkastaja: Jaana Junttila
Tarkastuslaitteisto: Kalibro D50/5/20 CH + EMT

Tyyppi: Kamstrup 6,0 (e)
Mittarinumero: 4945962
Mittarinumero 2:
Lukema: 91899.2 m³
Lukema 2: 3140.49 MWh
Sähkönjohtavuus: µS/cm

Virtaus m³/h	Referenssi Tulo °C	Referenssi Paluu °C	Referenssi Vesimäärä l	Referenssi Energiamäärä kWh	Mittari Energiamäärä kWh	Virhe %
9,000	89,987	46,342	3419,693	171,880	170,000	-1,09
6,000	89,915	46,548	5032,671	251,331	250,000	-0,53
3,000	89,984	46,904	2619,669	130,015	130,000	-0,01

Huomautuksia :

Mittausmenetelmä

Lämpöenergiamittarin tarkastus on suoritettu kokonaisuutena. Lämpöenergiamittarin tarkastus suoritetaan vertaamalla mittarin mittaamaa lämpöenergiämäärää tarkastuslaitteiston mittaamaan energiamäärään kilowattitunteina. Virtausmittauksessa käytetyn veden lämpötilaa käytetään paluuveden lämpötilana ja erillisessä lämpöhauteessa simuloidaan tuloveden lämpötilaa.